

基于 RFID 的零件加工控制系统的设计

王先月,潘松峰,刘滨震,赵相博,伊永琪

(青岛大学 自动化学院,山东 青岛 266000)

摘要:为了解决零件加工效率低和柔性差的问题,设计基于 RFID 的智能加工控制系统。系统由西门子 1500PLC、RFID 系统、钻铣平台、气动等几部分组成。PLC 控制器通过与 ABB 机器人、气动、RFID 等单元的通信,控制各个机构的驱动电机或气缸零件的抓取、运输、加工,并根据 RFID 反馈的数据信息,选择相应的加工任务。通过现场测试,该系统能够顺利实现零件的识别和柔性加工任务,生产线运行稳定可靠,所加工的产品满足工艺要求,具有良好的经济效益。

关键词:PLC;RFID;加工控制系统;柔性加工

中图分类号:TP273 **文献标志码:**B **文章编号:**1671-5276(2022)02-0034-04

Design of Parts Processing Control System Based on RFID

WANG Xian Yue, PAN Song Feng, LIU Bin Zhen, ZHAO Xiang Bo, YI Yong Qi

(School of Automation, Qingdao University, Qingdao 266000, China)

Abstract: The intelligent processing control system based on RFID is designed to deal with low efficiency and poor accuracy for parts processing. The system consists of Siemens 1500PLC, RFID system, drilling and milling platform, pneumatic system and other parts. Through the communication with ABB robot, pneumatic system and RFID unit, PLC controller controls drive motor or cylinder of each organization to grasp, transport and process parts, and select the processing tasks according to the data information from RFID. The field tests show that processing control system can achieve accurate identification and flexible processing of parts. The operation of the production line proves that the system works stably with credibility, and its processed products meet technological requirements with favourable economic performance.

Keywords: PLC; RFID; processing control system; flexible processing

0 引言

工业 4.0 是指以信息物理系统 CPS(cyber physical system)为基础,以生产中的供应、制造、销售信息高度数据化、网络化、智能化为标志,最后达到快速、有效、智能的个性化产品供应^[1]。“中国制造 2025”计划,旨在完善高端制造业布局,促使制造业向智能化、数字化方向迈进。该计划将智能制造作为主攻方向,加快生产制造过程智能化、数字化、智能物流管理等技术在生产中的综合应用,促进制造工艺的数字化控制、状态信息实时监测和自适应控制^[2]。无线射频识别技术可同时识别多个标签,具有读取距离可调节、标签数据可加密、数据可重复读写等显著优点,是传统的条码识别所不具备的。同时,其还可适应于恶劣的环境,抗干扰能力显著。

1 加工控制系统

1.1 系统需求分析

1)加工柔性差。在汽车行业,传统螺纹攻制效率低,且同一批次的待加工零件只能攻制同一型号的螺纹,

耗时耗力。

2)传统加工控制系统的各单元之间数据传输困难。由于各单元之间采用的接口存在差异,匹配度低,导致数据传输受限。

3)加工模块各单元加工过程不透明。加工控制系统应该及时、准确地反馈待加工零件的批次、加工尺寸、加工状态、物料消耗。

4)传统加工生产过程加工量大,数据采集不及时,物料积压严重,无法实现质量的可追溯。

1.2 加工控制系统的工艺流程

a) RFID 工作原理

RFID 工作原理如下:

1)RFID 阅读器通过天线发射电磁波,并通过是否有反馈信息来判断在磁场范围内是否存在电子标签。

2)电子标签到达阅读器识别范围之后,在电感耦合的作用下电子标签被激活,并对阅读器的搜寻作出响应。

3)阅读器根据响应的数据信息,判断标签的数量。若存在多标签的情况,则进行相应的防冲突运算,首先识别其中一个标签,然后再依次处理剩余标签。

4)对识别的电子标签验证密码,验证成功后进行后续的操作。其原理如图 1 所示。

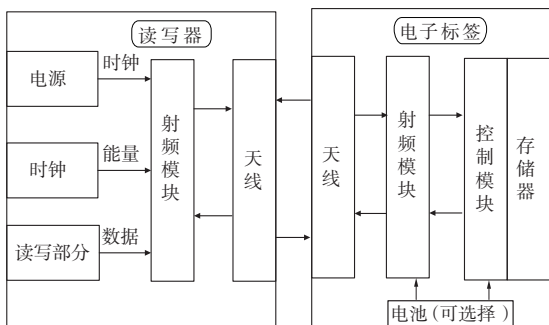


图1 RFID 工作原理图

b) 加工控制系统工艺流程

加工控制系统是集 RFID 技术、工业机器人、智能控制、电气自动化于一体的具有自律分散型的智能加工系统,结构如图2所示。

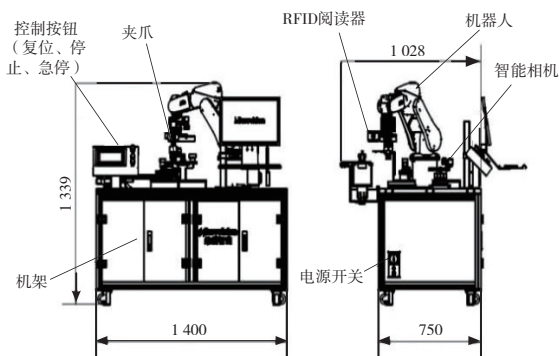


图2 控制系统结构图

RFID 是实现智能攻制螺纹任务的核心技术,即每个零件都附有电子标签,加工信息都存储在 RFID 标签中,利用阅读器将零件的加工信息反馈给 PLC 控制器,通过其控制加工装置实现特定的任务,将零件攻制成直径和深度各异的螺纹。工艺流程如下:

1) 智能立体仓库物料准备。总控台下达加工任务后,智能立体仓库分批准备贴好标签的物料,等待 AGV 小车的搬运,并随后更新物料。

2) AGV 小车搬运下单物料。AGV 开始搬运物料,将物料送至环形生产线的上料机械臂位置,反复此操作,直至将所有物料搬运完成,回到起始位置待机。

3) 上料机械臂将待加工物料放置环形生产线的托盘上。

4) 物料到达识别区。附有电子标签的物料到挡板处后,由挡板将物料顶起,安装在机械臂上的阅读器先对其进行识别,电子标签被激活后,与阅读器进行数据交互。

5) 阅读器将数据传至 PLC 总控单元。

6) 上料机械臂将待加工物料送至钻铣平台。不同的物料到达钻铣平台后,在机器人的法兰盘上安装有 4 种不同型号的丝锥,实现不同的加工方案。

7) 重新写入新的数据。物料加工完成后,由阅读器写入新的数据信息,作为物料的标识。

8) 将加工的物料分批送至成品存放区。

其工艺流程如图3所示。

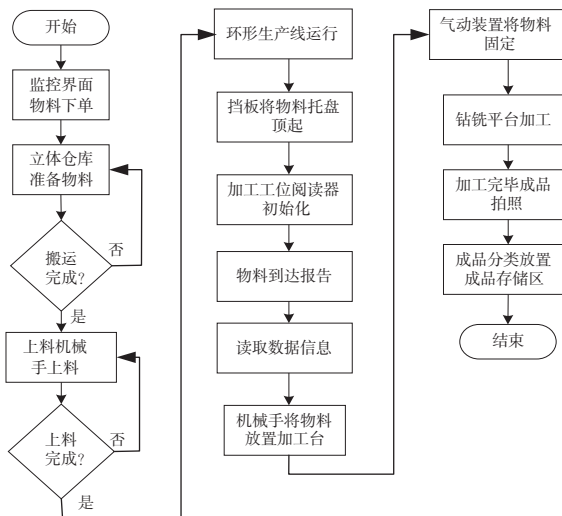


图3 加工控制系统工艺流程图

1.3 RFID 系统的组成

射频识别通过无线电波不接触快速信息交换和存储技术,实现阅读器与电子标签之间的数据交互,以达到识别目标任务的信息采集技术^[3]。RFID 系统包括阅读器、电子标签、天线、应用系统四部分,其结构组成如图4所示。电子标签作为信息源附着在待识别的目标物体上,如托盘、工件、货架,用于记录加工对象上的数据信息。当待加工对象随生产线移动时,标签的作用就相当于携带数据信息的载体^[4]。另外阅读器具有与外部设备(计算机、PLC、MODEM 和终端等)进行通信的功能。在这里,选用西门子 1500PLC 与阅读器进行通信,实现数据交互。

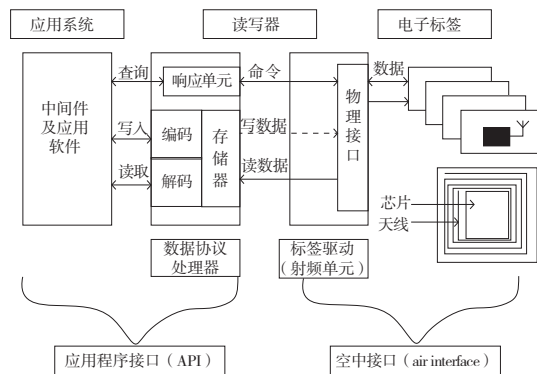


图4 射频识别系统的组成

1.4 主要器件选型

阅读器选用 CK-F060 型号的标签阅读器,通过 RS485 与 PLC 进行通信。PLC 选用西门子 S7-1500 PLC 中的 CPU1517-3 PN/DP 型号,鉴于输入、输出端口的数量,还需要配置一块 DI(16×24V DC)型号的数字量输入模块和一块 DQ(16×24 DC)型号的数字量输出模块即可满足需求。与传统的 MCGS 上位机监控系统相比较,在西

门子 S7-1500 的环境下,上位机监控系统选择西门子 S7-1500 自带的型号为 KTP700 Basic PN,像素为 800×480 的 7"显示屏,以实现数据的显示功能和人机交互。

2 系统设计

2.1 RFID 标签地址分配

UID 数据区的数据由厂家设置,可读不可写,其地址范围为 0×0004-0×0007,一共占有 8 个 Byte 的长度。

在电子标签中,读写存储区通过块(Block)的方式来存储数据,例如 0×000C-0×000D 这两个地址都属于块 1(Block1)。用户可用于读写操作的是用户数据寄存器,其地址为 0×000A-0×0041。数据地址分配如表 1 所示。

表 1 RFID 标签数据地址分配表

UID 地址	Addr=0×0004	Addr=0×0005	(只读)
	Addr=0×0006	Addr=0×0007	
读写控制地址	Addr=0×0008	Addr=0×0009	(只读)
	Addr=0×000A	Addr=0×000B	
用户数据	Addr=0×000C	Addr=0×000D	(读写)
	⋮	⋮	
	Addr=0×003E	Addr=0×003F	
	Addr=0×0040	Addr=0×0041	

RFID 标签到达读取位置后,发送报文:02 03 00 0B 00 04 35 F8,PLC 收到 RFID 发送的信息后,发送指令控制阅读器读取电子标签中数据信息,将读取到的数据信息存入寄存器,返回给 PLC。向标签中写入数据,发送报文:02 10 00 0B 00 01 02 01 72 1B,PLC 将数据写入电子标签,写入后若要查看数据是否写入成功,重发报文:02 03 00 0B 00 04 35 F8 即可。

数据块和控制位的关系如表 2 所示,用户数据区为只读状态,不能重新写入新数据。由于需要向加工完毕之后的零件重新写入数据,这里就不再将相应位设置成只读状态。

表 2 锁定控制位与数据块对应关系表

Addr=0×0008															
Low Byte								High Byte							
MSB				LSB				MSB				LSB			
Condition	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Block num	3	2	1	0	-	-	-	11	0	9	8	7	6	5	4
Addr=0×0009															
Low Byte								High Byte							
MSB				LSB				MSB				LSB			
Condition	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Block num	19	18	17	16	15	14	13	12	27	26	25	24	23	22	21

2.2 RFID 数据采集

1) RFID 工艺流程

RFID 阅读器固定在 ABB 工业机器人上,物料到达后,由机械臂带动阅读器读取数据。在钻铣平台上的机械臂法兰盘上装有 4 种不同类型的丝锥,由于螺纹要攻制成不同的直径和深度,按照加工任务不同,执行不同的操作。加工完成后,阅读器对成品重新写入数据,为成品分类做准备。其工艺流程如图 5 所示。

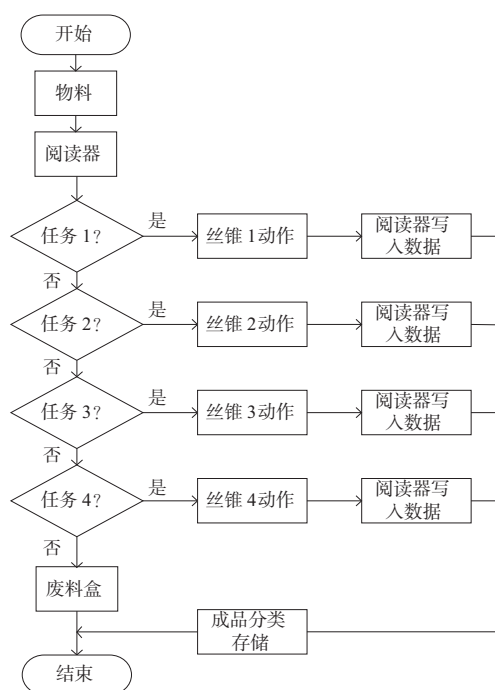


图 5 RFID 工艺流程图

2) 人机接口系统

在识别过程中,HMI 人机界面可以直观地监视整个状态。其采用开放式、标准化硬件和软件接口,能够满足用户的人机界面需求^[5]。当待加工零件随生产线到达读取位置后,自动在显示框内显示对应的加工数据信息,将该信息发送至 PLC 控制单元,PLC 按照显示的数据自动下发对应的加工任务,同时点亮绿色(图 6 中黑色)指示灯,实现数据可视化。人机监视界面如图 6 所示。



图 6 HMI 监控界面

3 结语

本文通过对加工控制系统的设计,解决了螺纹攻制过程中效率和柔性差的问题,改变了传统的加工方式,提高了零件加工的柔性度和效率,实现了对产品的追本溯源,并在统计和复查等方面带来更多便捷^[6]。该加工控制系统通过测试,能够顺利完成零件的自动识别与加工任务,加工的零件满足工艺要求^[7],具有良好的经济效益。

参考文献:

- [1] 赵冬冬,杨检栋,徐祖武. 基于射频识别技术的数字化物流仓储检测研究[J]. 自动化与仪器仪表,2020(4):108-111.
- [2] 汪庆伟,张中伟,王珊珊. 基于 RFID 电子标签的军事物流仓

储管理系统研究[J]. 科学技术创新,2020(3):86-87.

- [3] 胡瑞棣. 基于博途 V15 的一种 PROFINET 通讯高效快捷组态方式[J]. 通讯世界,2020,27(3):166-167.
- [4] 张刚. 基于 WinCC 的全集成除尘监控系统[J]. 智慧工厂,2020(增刊1):37-38,41.
- [5] 刘宏晖. 西门子人机界面(触摸屏 HMI)与虚拟仿真应用技术[J]. 电子技术与软件工程,2019(2):72.
- [6] 王超. 基于无线射频识别技术的工器具管理系统设计[J]. 电子制作,2020(1):41-42.
- [7] 赵相博,潘松峰,吴贺荣. 基于 MES 的工件加工及尺寸检测工位控制系统[J]. 河北工业科技,2020,37(4):260-265.

收稿日期:2021-02-09

(上接第 28 页)

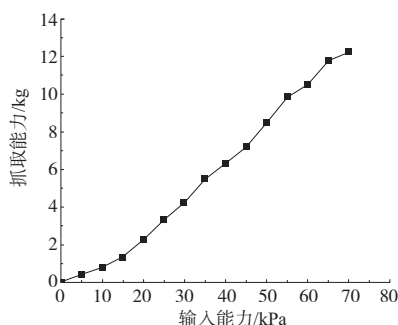
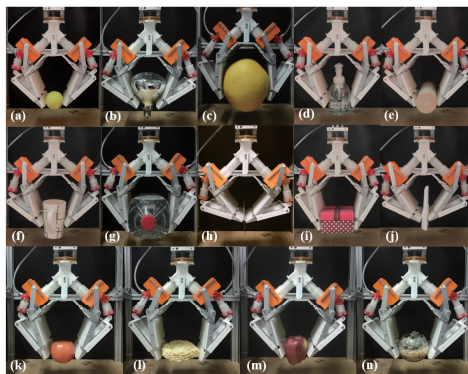


图 8 柔性气缸驱动手爪的抓取能力曲线图

3.2 手爪的实物抓取试验

对手爪的实物抓取能力进行试验,根据手爪的抓取范围,选取生活中常见的不同形状的物品以及易碎易损品为抓取对象,实际抓取效果如图 9 所示。



(a) 棒球; (b) 灯泡; (c) 柚子; (d) 洗手液; (e) 茶叶罐; (f) 水杯; (g) 4L 矿泉水; (h) 光碟; (i) 礼物盒; (j) 遥控器; (k) 西红柿; (l) 方便饼; (m) 苹果; (n) 玻璃盆栽。

图 9 手爪实物抓取试验结果

试验结果表明,柔性气缸驱动手爪抓取动作柔顺安全,对易碎易损品和不同形状的物品具有较好的抓取效果。

4 结语

本文提出了一种新型柔性气缸驱动手爪,重点介绍了手爪和柔性驱动气缸的结构设计,同时针对柔性驱动气缸的特点进行静态理论分析与输出力测试,对手爪的抓取能力和实物抓取进行测试。试验结果表明:在 70 kPa 的工作压力下,指根和指尖部分柔性驱动气缸的最大输出力为 50 N 和 22 N;手爪的最大抓取力为 122 N,可以抓取质量为 12.2 kg 的物品,比一般柔性手爪的 35 N 抓取力提高了约 2.4 倍,并且对易碎易损品和不同形状的物品可进行柔顺安全抓取。

参考文献:

- [1] 骆敏舟,杨秀清,梅涛. 机器人手爪的研究现状与进展[J]. 机器人技术与应用, 2008(2): 24-35.
- [2] HUGHES J, CULHA U, GIARDINA F, et al. Soft manipulators and grippers: a review[J]. Frontiers in Robotics and AI, 2016, 3:69.
- [3] WU Z P, LI X N, GUO Z H. A novel pneumatic soft gripper with a jointed endoskeleton structure [J]. Chinese Journal of Mechanical Engineering, 2019, 32(1): 1-12.
- [4] ZHOU J S, CHEN X J, LI J, et al. A soft robotic approach to robust and dexterous grasping [C]//2018 IEEE International Conference on Soft Robotics (RoboSoft). Livorno, Italy: IEEE, 2018:412-417.
- [5] WANG L, WANG Z. Mechanoreception for soft robots via intuitive body cues[J]. Soft Robotics, 2020, 7(2):198-217.

收稿日期:2021-01-15